

Műtrágyázás hatása az őszi búza tápelemfelvételére barna erdőtalajon

LÁSZTITY BORIVÓJ, KÁDÁR IMRE és ELEK ÉVA

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete,
és MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ, Budapest

LIEBIG [13] óta általánosan elfogadott, hogy a növények ásványi só szükségletüket alapvetően a talajból veszik fel. Ebből adódóan az agrokémia a műtrágyázás célját mindenekelőtt abban látta, hogy a talajból a terméssel elvont tápanyagok mennyiségét pótolja. Ennek érdekében szükséges a mindenkori köztermesztésben levő kultúrák tápelemtartalmának ismerete (KRÁMER et al. [10]).

A növényelemzés adatai ezen túlmenően diagnosztikai értékű információt is hordoznak (KÁDÁR [6]). A talaj-növény-trágya rendszer tápanyagforgalmi vizsgálataiban szintén fontos szerepük van a növényelemzési adatoknak (KÁDÁR [5], SARKADI [15]).

Tekintettel arra, hogy a talaj tápanyagállapota a növényi tápanyagfelvételt és a hozamot is jelentősen befolyásolhatja, ezért munkánkban olyan szabadföldi trágyázási kísérletre támaszkodtunk, ahol ez utóbbi tényező tápanyagfelvételt módosító szerepét is figyelembe vehettük.

Jelen munkánk célja adatokat szolgáltatni az őszi búza legfontosabb tápelemeinek felvételére vonatkozóan. Nem térünk ki az egyoldalú makroelem-trágyázás — elsősorban a talaj PK ellátottsága — valamint az egyes mikro-tápelemek felvétele közötti lehetséges kölcsönhatások részletes irodalmi tárgyalására.

Meszes talajon végzett, hasonló típusú szabadföldi trágyázási kísérletünk eredményeinek bemutatásakor erre már módunk nyílt (LÁSZTITY et al. [12], ELEK és KÁDÁR [3]). Érintőlegesen tárgyaljuk a növényi tápelemarányok változását is. Míg a tápelemek koncentrációja viszonylag tág határok között változhat, addig a tápelemarányok optimumai adott növényfajra, fejlődési fázisra viszonylag állandónak tekinthetők. Ebből adódóan figyelemmel kísérésük indokolt (BEAUFILS [1], SUMNER [16], KÁDÁR [6]). Ezzel összefüggésben a növényelemzési adatok diagnosztikai értékelésére is figyelmet fordítunk. Megkíséréljük a termőhely tápelemellátottsági viszonyait a növényanalízis módszerével megítélni.

A felvett tápelemek mennyiségének vizsgálatával a tápanyagforgalom és tápanyagmérleg-számításokhoz szolgáltatunk adatokat, melyek a műtrágyaigény becslésében, a tervezett termés tápelemszükségletének megállapításában felhasználhatók.

Kísérleti rész

Szabadföldi kísérletünket az Északi-Középhegységben elhelyezkedő Szilvásvárad Állami Gazdaság területén, gyengén humuszos, enyhén savanyú, közepesen kötött barna erdőtalajon, 1975. őszén állítottuk be, véletlen blokk elrendezésben, négy ismétlésben. Jelzőnövényünk *Kavkaz* fajtájú őszi búza volt. A talajvizsgálati eredmények szerint a $\text{pH}_{\text{KCl}} = 5,8 - 6,1$; Humusz = $1,6 - 2,0$; $\text{Y}_1 = 5,8 - 6,0$; $\text{A}_K = 35$; $\text{hy} = 2,2$; $\text{K}_2\text{O} - \text{AL} = 130 - 150$ ppm; $\text{P}_2\text{O}_5 - \text{AL} = 30 - 45$ ppm; $\text{Mg}_{\text{KCl}} = 300 - 320$ ppm; $\text{Mn}_{\text{EDTA}} = 200 - 210$ ppm; $\text{Zn}_{\text{EDTA}} = 2,3 - 2,6$ ppm; $\text{Cu}_{\text{EDTA}} = 2,8$ ppm; $\text{SO}_4 - \text{S}_{\text{KCl}} = 25 - 28$ ppm; $(\text{NO}_3 + \text{NO}_2) - \text{N}_{\text{KCl}} = 5 - 6$ ppm.

A MÉM NAK által elfogadott módszerek és előzetes határértékek szerint ezek az adatok a talaj kielégítő Mg, Zn, Cu és Mn, közepes N és K, valamint gyenge P-ellátottságáról tanúskodnak (Műtrágyázási irányelvek [14]). A tenyészidő folyamán bokrosodás végén, valamint az aratáskor, parcellánként 4–4 folyóméter föld feletti növényi anyag felhasználásával mintákat vettünk. A mintákban a TAKI Trágyázástani Osztályán szokásos módszerrel a kénsav- peroxidos ronsolás után a N-t desztillálással, a P-t fotometriásan, a K, Na, Ca-t lángfotométerrel, a Fe, Mn, Zn és Cu-t atomabszorpciós fotometrával (THAMMÉ, KRÁMER és SARKADI [17]) határoztuk meg és a súlyukat is megmértük. A növényelemzés adatai minden esetben elemi tápelemtartalmakat jelölnek, abszolút száraz anyagra vetítve. A kísérleti körülményeket és az alkalmazott agrotechnikát korábban már részletesen ismertettük (LÁSZTITY és KÁDÁR [11], KÁDÁR és LÁSZTITY [8]).

A kísérleti eredmények megvitatása

Az 1. táblázatban áttekintést adunk a műtrágyázási kezelések, a hozam (bokrosodáskor, szem, szalma), valamint az AL-oldható P- és K-tartalom alakulásáról. Amint a táblázat adatai bizonyítják, egy év alatt sikerült az eredetileg P-ral gyengén ellátott talajt jó, illetve igen jó ellátottságúvá tenni. Kísérletünk terve nem teszi lehetővé, hogy a P- és K-műtrágyák hatásait szabatosan különválasszuk, azonban a talajvizsgálatok és a növényelemzés eredményei egyértelműen a P-hatásokat valószínűsítik. Ismert, hogy a kalászosok elsősorban a P-műtrágyázásra reagálnak és még a K-mal gyengébben ellátott talajokon is csak igen ritkán figyelhetünk meg jelentősebb mérvű K-reakciót. Kísérleti telepünkön a korábbi években végzett számos szabadföldi trágyázási kísérlet eredménye alapján nagy valószínűséggel állíthatjuk, hogy a hozamok növekedésében a P-műtrágyázásnak volt meghatározó szerepe. Az 1. táblázatban közölt eredmények részletes taglalásától eltekintünk, azokat korábban már értékeltük (LÁSZTITY és KÁDÁR [11], KÁDÁR és LÁSZTITY [8]).

A PK együttes műtrágyázásnak az őszi búza tápelemtartalmára gyakorolt hatását a 2. táblázatban tanulmányozhatjuk. A bokrosodáskori növényanalízis adatai arra utalnak, hogy a nem trágyázott kontroll talajon a növény gyenge P és Mg, gyengén közepes Ca, kielégítő N, K, Fe, Mn, Zn és Cu-ellátottságú volt a tápelem-koncentrációk alapján, korábbi saját (KÁDÁR és KRÁMER [7], KÁDÁR és LÁSZTITY [9], ELEK és KÁDÁR [4]), valamint a nemzetközi irodalomban közölt határértékek szerint (in: BERGMANN és NEUBERT [2]).

1. táblázat

A PK-műtrágyázás hatása az őszi búza szárazanyag-tartalmára, valamint a talaj könnyen oldható P- és K-tartalmára. Szilvásvár, Kavkáz fajta, 1976.

	(1) A talajba adott, kg/ha			(2) Bokrosodáskor	(3) Szem	(4) Szalma	(5) AL-oldható, ppm	
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	kg/ha	termés t/ha		P ₂ O ₅	K ₂ O
1. —	—	—	—	208	1,57	1,93	35	130
2. 200	—	—	—	148	1,38	1,91	25	141
3. 200	50	100	100	341	2,57	3,77	38	153
4. 200	100	200	200	472	2,69	3,98	33	158
5. 200	500	500	500	585	3,26	4,30	96	178
6. 200	1000	1000	1000	669	3,89	4,51	171	226
SzD ₅ %				12,8	0,48	1,03	23	29
Átlag				404	2,56	3,40	66	164

2. táblázat

A PK-műtrágyázás hatása az őszi búza tápelemtartalmára. Szilvásvár, Kavkáz fajta, 1976.

(4) Kezelés száma	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
	%					ppm				
A) Bokrosodáskor										
1	4,51	0,28	3,21	0,68	0,17	200	268	51	27	11
2	5,02	0,26	3,44	0,72	0,17	210	332	59	32	12
3	5,24	0,39	4,08	0,78	0,18	260	233	66	33	12
4	5,45	0,46	4,57	0,71	0,17	220	254	69	36	11
5	5,48	0,55	4,51	0,71	0,17	280	305	73	37	13
6	5,78	0,64	4,93	0,74	0,18	270	265	82	41	14
SzD ₅ %	0,30	0,06	0,37	0,12	0,02	50	61	8	4	2
Átlag	5,30	0,43	4,12	0,72	0,17	240	314	67	34	12
B) Szemben										
1	2,48	0,39	0,43	0,16	0,10	210	50	32	32	6
2	2,88	0,36	0,43	0,18	0,10	200	51	31	34	6
3	2,86	0,36	0,39	0,15	0,10	230	51	33	34	6
4	2,88	0,34	0,37	0,14	0,10	200	49	32	33	6
5	2,85	0,37	0,41	0,14	0,11	240	55	38	31	6
6	2,85	0,42	0,41	0,14	0,11	220	55	42	29	6
SzD ₅ %	0,08	0,05	0,05	0,02	0,01	70	6	5	4	1
Átlag	2,80	0,37	0,41	0,15	0,10	220	52	35	32	6
C) Szalmában										
1	0,77	0,09	0,94	0,32	0,24	210	81	18	14	4
2	1,02	0,07	1,19	0,37	0,28	220	126	20	24	5
3	0,99	0,07	1,16	0,32	0,29	250	117	20	20	5
4	1,05	0,08	1,30	0,30	0,24	180	161	21	14	5
5	1,01	0,10	1,48	0,31	0,26	210	149	24	12	5
6	0,98	0,13	1,64	0,32	0,27	250	140	27	13	6
SzD ₅ %	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Átlag	0,97	0,09	1,29	0,32	0,27	220	129	22	16	5

3. táblázat

A PK-műtrágyázás hatása az őszi búza főbb tápelemarányainak változására, Szilvásvárad, Kavkáz fajta, 1976.

(1) Kezelés száma	N/P	K/P	N/K	P/Fe	P/Mn	P/Zn	P/Cu	K/Mg	K/Ca	K/Na
arány										
A) Bokrosodáskor										
1	17,3	11,5	1,5	10	55	105	264	18,9	4,7	160
2	19,6	13,5	1,5	11	44	81	215	20,2	4,8	164
3	13,3	10,3	1,3	17	59	119	333	22,7	5,2	157
4	10,7	9,8	1,2	18	66	127	414	26,9	6,4	208
5	10,0	8,3	1,2	18	76	149	414	26,5	6,4	161
6	9,0	7,7	1,2	24	78	155	471	27,4	6,7	182
Átlag	13,3	10,2	1,3	16	63	123	352	23,8	5,7	172
B) Szemben										
1	6,4	1,1	5,8	79	120	120	639	4,3	2,7	20
2	8,0	1,2	6,7	71	117	107	563	4,3	2,4	22
3	7,9	1,1	7,3	71	110	107	590	3,9	2,6	17
4	8,5	1,1	7,8	69	107	104	576	3,7	2,6	18
5	7,7	1,1	7,0	68	97	121	617	3,7	2,9	17
6	6,8	1,0	7,0	77	101	144	750	3,7	2,9	19
Átlag	7,5	1,0	6,9	73	109	117	622	3,9	2,7	19
C) Szalmában										
1	8,6	10,4	0,8	111	51	63	214	5,2	2,9	45
2	14,6	17,0	0,9	56	35	29	132	5,7	3,2	54
3	14,1	16,6	0,9	60	36	35	146	5,5	3,6	46
4	13,1	16,3	0,8	50	38	56	167	7,2	4,3	72
5	10,1	14,8	0,7	67	41	87	217	7,8	4,8	70
6	7,5	12,6	0,6	93	48	100	213	8,6	5,1	66
Átlag	11,3	14,6	0,8	73	42	62	181	6,7	4,0	59

A kielégítő N-ellátottsághoz az is hozzájárult, hogy a kísérletet megelőző években az elővetemény lucerna volt. A PK-műtrágyázás hatására a bokrosodáskori növények P- és K-tartalma a jó, illetve az igen jó ellátottságú tartományba emelkedett. Nőtt azonban a N-tartalom is, határozott szinergizmust bizonyítva a tápelemek felvételében. Az egyéb tápelemek tekintve megállapítható, hogy a PK-műtrágyázás lényegében nem befolyásolta a Ca, Mg és a Fe-tartalmát a növényben, míg a Na, Mn, Zn, Cu koncentrációi bizonyíthatóan emelkedtek műtrágyázás hatására. A szemben csak a N, P növekedése követhető nyomon, míg a többi makro- és mikroelemek tartalma változatlan maradt vagy enyhén csökkent. A szalmában kimutatható volt tendenciáiban a N, P, K, Fe, Mn növekedése, míg más tápelemek mennyisége lényegesen nem változott. Általánosan megállapíthatjuk, hogy a P-ral gyengén és K-mal közepesen ellátott talajon a PK-műtrágyázás nemcsak a legtöbb makroelem-, hanem a mikroelemtartalmat is növelte a növényben.

A PK-műtrágyázás befolyását az őszi búza főbb tápelemarányainak változására a 3. táblázat mutatja be. A bokrosodáskori tápelemarány optimumai őszi búzáknál az alábbi értékekkel jellemezhetők: $N/P = 9 - 12$; $N/K = 1,0 - 1,5$; $K/P = 8 - 10$ (KÁDÁR és KRÁMER [7]). Korábbi tanulmányunkban megkíséreltük a főbb tápelemarány-optimumokat más elemekre is kiterjeszteni,

4. táblázat

A PK-műtrágyázás hatása az őszi búza által felvett tápanyagok mennyiségére.
Szilvásvárad, Kavkáz fajta, 1976.

(1) Kezelés száma	N	P	K	Ca	Ma	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
	kg/ha					g/ha				
	A) Bokrosodáskor									
1	10,0	0,6	6,6	1,1	0,4	43	56	10	5	2
2	7,4	0,4	5,2	1,0	0,3	29	49	9	5	2
3	17,9	1,4	13,9	2,6	0,6	91	79	23	12	4
4	25,8	2,2	21,7	3,3	0,8	100	123	33	18	5
5	31,9	3,2	26,3	4,1	1,0	162	162	42	21	8
6	38,8	4,9	33,2	4,9	1,2	178	178	55	27	9
SzD _{5%}	7,0	1,0	6,3	0,9	0,2	34	37	11	5	2
Átlag	22,0	2,1	17,8	2,9	0,7	101	108	29	15	5
	B) Szemtermésben									
1	38,8	3,9	7,2	2,4	1,6	333	78	51	49	10
2	40,0	3,2	6,0	2,5	1,4	276	71	43	47	9
3	73,4	5,4	10,1	3,8	2,6	594	131	84	87	15
4	77,4	5,4	10,1	3,6	2,6	530	133	85	88	16
5	92,8	7,0	13,5	4,4	3,5	776	177	125	100	19
6	110,7	8,2	16,0	5,4	4,3	844	214	161	115	22
SzD _{5%}	14,0	1,5	2,9	0,8	0,6	177	29	20	21	3
Átlag	72,2	5,5	10,5	3,7	2,7	559	134	92	81	15
	C) Szalmatermésben									
1	14,9	1,7	18,3	6,2	4,7	407	157	35	26	8
2	19,5	1,4	22,8	7,1	5,4	421	240	39	47	10
3	37,3	2,7	44,7	12,1	11,0	943	440	74	76	18
4	41,8	3,2	51,7	11,9	9,6	716	641	85	58	19
5	43,4	4,3	62,8	13,3	11,2	903	639	104	49	20
6	44,2	5,9	74,0	14,4	12,2	1128	632	122	59	27
SzD _{5%}	10,3	0,9	14,2	3,3	2,8	196	137	23	18	5
Átlag	33,5	3,2	45,7	10,8	9,0	753	453	77	53	17

részben az irodalmi %-os tápelemtartalmakból számítva, az optimális koncentrációk viszonzyszámaiból (LÁSZTITY et al. [12]). Az egyes mezo- és mikroelemekkel való ellátottsági határok kijelölésére ezúton csak a „közepes” ellátottsági tartományokat tüntetjük fel, mely alatt gyengén, felette jól ellátottnak tekinthető a bokrosodás végén analizált őszi búza. Az ellátottság fogalma a számológéppel megadott elemre vonatkozik, annak túlsúlyát vagy esetleges hiányát jelöli a másik (nevezőben megadott) elemmel szemben: $P/Fe = 20 - 200$; $P/Mn = 60 - 120$; $P/Zn = 100 - 150$; $P/Cu = 400 - 800$; $K/Mg = 11 - 22$; $K/Ca = 3 - 7$. A K/Na arányára irodalmi optimumot nem találtunk.

A 3. táblázatban közölt tápelemtartalmakat vizsgálva megállapítható, hogy a trágyázatlan kontroll talajon termelt növényekben bokrosodás végén erős N-túlsúly és relatív P-hiány (lásd N/P arányát) tapasztalható. Erre a relatív P-hiányra utal a P/Fe , P/Mn és a P/Cu aránya is. A P/Zn , K/Mg és a K/Ca aránya kiegyensúlyozott tápláltsági viszonyokat tükröz a kontroll talajon. A talaj javuló PK-ellátottságával, a PK-feltöltés eredményeképpen a N/P , N/K , K/P valamint a P/Fe , P/Mn , P/Cu aránya az optimumhoz közeledik.

5. táblázat

A PK-műtrágyázás hatása az őszi búza által felvett összes, valamint a fajlagos (1 t szem + melléktermék) tápanyagtartalmára. Szilvásvár, Kavkáz fajta, 1976.

(1) Kezelés száma	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
	kg/ha					g/ha				
A) Szem + szalma termésben										
1	53,7	5,6	25,5	8,6	6,3	740	235	86	75	18
2	43,7	4,5	28,8	9,6	6,8	697	311	82	94	19
3	110,7	8,0	53,9	15,9	13,5	1537	571	158	163	33
4	119,2	8,5	55,9	15,5	12,2	1246	774	170	146	35
5	136,2	11,3	70,3	17,7	14,7	1679	816	229	149	39
6	154,9	14,1	90,0	19,8	16,5	1972	846	283	174	49
SzD _{5%}	24,0	2,2	17,6	3,9	3,3	317	158	37	35	7
Átlag	103,1	8,7	54,1	14,5	11,7	1312	592	169	134	32
B) 1 t szem + melléktermékben										
1	34	4	16	6	4	471	150	55	48	11
2	32	3	21	7	5	505	225	59	68	14
3	43	3	21	6	5	598	222	61	63	13
4	44	3	21	6	4	463	288	63	61	13
5	42	3	22	5	4	515	250	70	46	12
6	40	4	23	5	4	507	217	73	45	13
SzD _{5%}	9	1	7	2	1	127	61	15	14	3
Átlag	39	3	21	6	4	512	225	64	55	13
C) Fajlagos tápelemtartalom megoszlása, átlagosan, %										
a) Szemben	70	63	33	26	23	43	23	54	60	47
b) Szalmában	30	37	67	74	77	57	77	46	40	53
Összes	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Ugyanakkor a P/Zn és a K/Mg aránya a PK-feltöltés nyomán az optimumtól távolodik, a P és a K túlsúlya, illetve a Zn és a Mg relatív hiánya kifejezettebbé válik, bár még nem vezetett a PK-hatások csökkenéséhez, nem veszélyeztette a talaj termékenységét.

A szemtermés tápelemarányaiban lényeges módosulásokat nem okozott a PK-műtrágyázás. A szalma kifejezettebben reagált a PK-műtrágyázásra (közismerten a vegetatív növényi részek luxusfelvételre való hajlama erősebb mint a generatív szerveké). Az N/P arány kitágult a N-trágyázás hatására, s csak a nagyobb adagú PK-feltöltés eredményeképpen szűkült be újra. Hasonló a helyzet a K/P arány alakulásában, ugyanis a N-trágyázással több K lép be a növénybe (a talaj eredeti K-ellátottsága egy fokozattal jobb mint a P-ellátottsága), mint P. Ez a helyzet csak az 1000 kg P₂O₅/ha adagnál, a „jó” P-ellátottság létrejötté nyomán változik meg.

Kifejezett a szalma P/Zn arányában bekövetkezett változás. A kontroll talajon mért 63-szoros P-túlsúly az egyoldalú N-trágyázás hatására 29-re süllyed. Csak a 100 kg P₂O₅/ha adaggal áll helyre többé-kevésbé a kontroll talaj P/Zn aránya, amely arra utal, hogy a talaj P-ellátottsága volt eddig minimumban, míg a Zn-ellátottság lehetővé tette a növekvő termés Zn-igényének kielégítését. Igaz ugyan, hogy a legmagasabb PK szinteken már a P túlsúlya dominál. Hasonló helyzet figyelhető meg a szalma K/Mg, K/Ca arányaiban.

Az őszi búza által felvett tápelemek mennyiségi viszonyaira a műtrágyázás hatása igen jelentős volt (4. táblázat). Így pl. bokrosodás végén, a kontroll talajon felvett N közel 4, a P 8, a K 5, a Ca 4, a Mg 3, a Na 4, a Fe 3, a Mn 5, a Zn 5, a Cu pedig mintegy 4-szeresére emelkedett a legmagasabb PK szinten. A növekedés minden esetben szignifikáns volt. Hasonló volt a helyzet a szemterméssel és a szalmatermékkel felvett tápanyagok mennyiségeit illetően, bár a növekedés ekkor mérsékeltebb volt, a luxusfelvétel kevésbé érvényesült.

A közel 4,6 t/ha szem- és a hozzátartozó szalma melléktermésben mintegy 155 kg N, 14 kg P (30 kg P_2O_5), 90 kg K (120 kg K_2O) 20 kg Ca, 16 kg Mg, 2 kg Na, 850 g Fe, 280 g Mn, 170 g Zn és 50 g Cu ásványi elem volt. A műtrágyázási kezelések hatására 2—2,5-szeresére nőtt az őszi búza termése aratáskor, ezzel párhuzamosan azonban 2,5—3,0-szorosára emelkedett az 1 ha-ról fellépő növényi „tápelemvesztés” is (5. táblázat).

Ami a fajlagos, azaz 1 t szem + a hozzátartozó szalma tápelemtartalmát illeti, megállapítható, hogy a műtrágyázás bizonyíthatóan növelte a fajlagos K-, Fe-, Mn-tartalmakat, valamint egy bizonyos termésszintig a fajlagos N-tartalmat is. A P-, Ca-, Mg-, Na-, Cu-tartalmak lényegesen nem változtak műtrágyázás hatására. A fajlagos Zn-tartalom az egyoldalú N-trágya hatására szignifikánsan megnőtt, míg a továbbiakban, a növekvő PK-ellátottságon és a nagyobb termésekben folyamatosan csökkent. Ez a csökkenés megbízhatónak bizonyult. Feltehetően a fajlagos Zn-tartalom csökkenéséhez a hígulási effektuson túlmenően (talaj Zn-ellátottsága mérsékelt volt) a P—Zn antagonizmus is hozzájárulhatott. Adatainkból arra következtethetünk, hogy a tervezett termés műtrágyaigényének számítása során, hasonló savanyú barna erdő talajon, 1 t szemtermés és melléktermése előállításához átlagosan mintegy 30—40 kg N, 3—4 kg P (7—10 kg P_2O_5), 15—20 kg K (18—24 kg K_2O) 5—7 kg Ca, 4—5 kg Mg, 400—500 g Na, 150—250 g Fe, 50—70 g Mn és Zn, valamint 10—15 g Cu jelenléte szükséges.

A fajlagos tápelemtartalom fő- és melléktermékben való megoszlását tekintve megállapítható, hogy az aratáskor felvett összes tápelemtartalomból a szemben akkumulálódott döntően a N, P, Zn 60—70%-a, a Cu, Mn és a Na megoszlása közel azonos volt a szemben és a szalmában, míg a K, Ca, Mg és a Fe 2/3-a vagy 3/4-e a szalmában halmozódott fel.

Következtetések

Szántóföldi műtrágyázási kísérletben vizsgáltuk az őszi búza tápanyagfelvételét bokrosodásban és aratáskor. Jelzőnövényül Kavkáz fajtájú intenzív szovjet búza szolgált. A kísérlet talaja enyhén savanyú, P-ral gyengén, K-mal közepesen ellátott, gyengén humuszos barna erdőtalaj volt. A növénymintavétel 4—4 folyóméter földfeletti anyagot jelentett parcellánként, mely mintákban meghatároztuk a N-, P-, K-, Ca-, Mg-, Na-, Fe-, Mn-, Zn-, Cu-tartalmat. A növényelemzés adatai abszolút száraz anyagra vonatkoznak. Vizsgálati eredményeinket az alábbiakban foglaljuk össze:

1. A bokrosodáskori növényelemzés adatai alapján a termőhely talaja (kontrollparcella) igen gyenge P-, gyenge Mg-, közepes Ca-, és kielégítő N-, K-, Fe-, Mn-, Zn-, Cu-ellátottságot mutatott. A PK-műtrágyázás a növények PK-tartalmát a jó, illetve igen jó ellátottságú tartományba emelte. Ezzel együtt nőtt a N-, Na-, Mn-, Zn-, Cu-tartalom is a növényben, míg a Ca, Mg, Fe koncentrációja

nem változott. A szemben az együttes PK-műtrágyázása N-, P-, Zn-tartalomnak, míg a szalmában a N-, P-, K-, Fe-, Mn-koncentrációnak növekedéséhez vezetett, más tápelemek mennyisége ugyanakkor lényegesen nem változott.

2. A tápelem-koncentrációk mellett a főbb tápelemarányok is jól jelezték a PK-műtrágyázás hatását az ellátottsági viszonyok megváltozására: a P/Fe, P/Mn, P/Cu, N/P, N/K, K/P arányai az irodalmi (és korábbi saját) vizsgálatok szerinti optimumok felé közeledtek, ugyanakkor a P/Zn, K/Mg arányok attól távolodtak bokrosodáskor. Az aratáskori szem és szalma tápelemarányaiban az indukált változások kisebb mérvűek voltak.

3. A műtrágyázás hatására bokrosodáskor mintegy 3-szorosára nőtt a hozam, valamint a felvett Mg, Fe mennyisége, 4-szeresére a felvett N, Ca, Na, Cu, 5-szörösére a K és mintegy 8-szorosára a felvett P mennyisége. Hasonló tendencia nyilvánult meg aratáskor, bár a növekedés műtrágyázás hatására mérsékeltebb ütemű volt.

4. Adataink szerint e talajon, e kísérletben átlagosan 1 t szemtermés és melléktermése mintegy 30–40 kg N, 3–4 kg P (7–10 kg P_2O_5), 15–20 kg K (18–24 kg K_2O), 5–7 kg Ca, 4–5 kg Mg, 0,4–0,5 kg Na, 150–200 g Fe, 50–70 g Mn és Zn, valamint 10–15 g Cu-t tartalmazott. A N, P, Zn mintegy 60–70%-a, a Cu, Mn, Na közel fele a szemben akkumulálódott, míg a K, Ca, Mg, Fe 2/3-a vagy 3/4-e a szalmában halmozódott fel.

5. A műtrágyázás bizonyíthatóan növelte a fajlagos K, Fe, Mn-tartalmat a növényben, valamint bizonyos termésszintig a fajlagos N-tartalmat is. Ugyanakkor a PK-műtrágyázás lényegesen nem változtatta meg a fajlagos P-, Ca-, Mg, Na-, Cu-tartalmat. A Zn-tartalom az egyoldalú N-hatására megbízhatóan nőtt, majd a növekvő termésszinteken (és PK szinteken) megbízhatóan csökkent, feltehetően a hígulási effektus, valamint a P–Zn antagonizmus eredményeképpen. A műtrágyázás fajlagos tápelemtartalmat módosító szerepét — tekintettel annak mértékére — nem tartjuk indokoltnak figyelembe venni a szaktanácsadásban, a tervezett termés műtrágyaigényének számításában.

Összefoglalás

Munkánkban bemutattuk az őszi búza tápelemtartalmának, tápelemfelvételének és a tápelem-arányok változását a bokrosodás és érés fázisaiban. Vizsgáltuk a talaj eltérő PK-ellátottságának hatását az előbb említett tulajdonságok változására szabadföldi körülmények között, savanyú barna erdőtalajon.

Műtrágyázással a talajban létrehozott eltérő PK-ellátottság a bokrosodás fázisában a Ca, Mg és Fe kivételével valamennyi elem tartalmát, éréskor a szemben az N, P és Zn, míg a szalmában az N, P, K, Fe és Mn koncentráció növekedését eredményezte. Hasonlóan a tápelemarányok is tükrözték a műtrágyázás hatását elsősorban a bokrosodás szakaszában, amikor azok többsége az optimum értékekhez közelített (3. táblázat).

A műtrágyázás — mely a száraz anyag mennyiségében és a tápelem-koncentrációkban jelentős változásokat okozott — a tápelem felvételekben is a bokrosodáskor többszörös, de az éréskor is igazolható többletfelvételeket biztosított (4. táblázat).

A kísérletben átlagosan 1 t szem + melléktermék termése 30–40 kg N-t, 3–4 kg P-t (7–10 kg P_2O_5), 15–20 kg K-t (18–24 kg K_2O), 5–7 kg Ca-t,

4–5 kg Mg-t, 0,4–0,5 kg Na-t, 150–200 g Fe-t, 50–70 g Mn-t és Zn-t, valamint 10–15 g Cu-t tartalmazott.

A kezeléseken alkalmazott műtrágyázás igazolhatóan megváltoztatta a fajlagos tápelemtartalmakat N, K, Fe és Mn valamint Zn esetében, más elemeknél viszont gyakorlatilag nem változtatott azokon.

A természetben foglalt tápanyagok ismerete nemcsak a termények takarmányozási értékének megállapítását, hanem a szakszerű műtrágyázás megalkotását is szolgálja, egyben az agrokémiai laboratóriumok egyik fontos feladata.

Annak ellenére, hogy már mintegy másfél évszázada világszerte folynak ilyen célú növényelemzések, az agrokémiai kutatások intenzitása nem csökkent hanem erősödött. Az utóbbi évtizedek fejlődő termesztési körülményei (műtrágyázás, fajta stb.) folytán a növényvizsgálatok szerepe egyre jelentősebb lesz.

Irodalom

- [1] BEAUFILS, E. R.: Physiological diagnosis. A guide for improving maize production based on principles developed for rubber trees. Fert. Soc. S. Afr. J. 1. 1–30. 1971.
- [2] BERGMANN, W. & NEUBERT, P.: Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse. Fischer. Jena. 1976.
- [3] ELEK, É. & KÁDÁR, I.: Műtrágyázás hatása az őszi búza tápanyag-gazdálkodására. A mezőgazdaság kemizálása. Ankét. Keszthely. 1. 169–176. NEVIKI. Veszprém. 1978.
- [4] ELEK, É. & KÁDÁR, I.: Állókultúrák és szántóföldi növények mintavételi módszere. MÉM NAK. Budapest. 1980.
- [5] KÁDÁR, I.: Földművelésünk nitrogén, foszfor és kálium mérlege. Agrokémia és Talajtan. 28. 527–544. 1979.
- [6] KÁDÁR, I.: Növényanalízis alkalmazása az agrokémiai szaktanácsadásban és kutatásban. Agrokémia és Talajtan. 29. 323–344. 1980.
- [7] KÁDÁR, I. & KRÁMER, M.: Újabb adatok az őszi búza tápanyagellátottságának megítéléséhez növényanalízissel. A mezőgazdaság kemizálása. Ankét. Keszthely. 1. 177–185. NEVIKI. Veszprém. 1978.
- [8] KÁDÁR, I. & LÁSZTITY, B.: A feltöltő foszfor és kálium műtrágyázás lehetőségének vizsgálata néhány magyarországi talajon. Agrokémia és Talajtan. 28. 123–142. 1979.
- [9] KÁDÁR, I. & LÁSZTITY, B.: Az őszi búza tápanyagfelvételének tanulmányozása szabadföldi kísérletben. Agrokémia és Talajtan. 28. 451–472. 1979.
- [10] KRÁMER, M. et al.: Néhány martonvásári hibrid kukorica fajlagos N-, P-, K-tartalma közép- és észak-magyarországi termőhelyeken. In: Kukoricatermesztési Kísérletek 1968–1974. 51–62. Akadémiai Kiadó. Budapest. 1979.
- [11] LÁSZTITY, B. & KÁDÁR, I.: Adatok a feltöltő PK-műtrágyázás vizsgálatához barna erdőtalajon. Agrokémia és Talajtan. 27. 119–129. 1978.
- [12] LÁSZTITY, B., KÁDÁR, I. & ELEK, É.: A foszfor és kálium műtrágyázás növényre gyakorolt hatásának vizsgálata karbonátos homokon. Agrokémia és Talajtan. 27. 130–140. 1978.
- [13] LIEBIG, J. VON: Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie. 1840. Neunte Auflage. Vieweg und Sohn. Braunschweig. 1876.
- [14] Műtrágyázási irányelvek és üzemi számítási módszer. MÉM Növényvédelmi és Agrokémiai Központ. Budapest. 1979.
- [15] SARKADI, J.: A műtrágyaigény becslésének módszerei. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1975.
- [16] SUMNER, M. E.: Preliminary NPK-foliar Diagnostic Norms for Wheat. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 8. 149–167. 1977.
- [17] THAMM, F.-NÉ, KRÁMER, M. & SARKADI, J.: Növények és trágyaanyagok foszfortartalmának meghatározása ammónium-molibdovanádátos módszerrel. Agrokémia és Talajtan. 17. 145–156. 1968.

Érkezett: 1981. január 12.

Influence of Mineral Fertilizer Application on the Nutrient Uptake of Winter Wheat Grown on a Brown Forest Soil

B. LÁSZTITY, I. KÁDÁR and É. ELEK

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences and
Institute for Plant Protection and Agricultural Chemistry of the Ministry for Agriculture and Food Supply,
Budapest

Summary

The influence of the different P- and K-supplies of the soil on the changes in the nutrient content, -uptake and ratios of winter wheat was studied in a field experiment on an acid brown forest soil at the stages of tillering and ripening.

The different P- and K-levels of the soil produced by mineral fertilization caused an increase in the concentration of all elements (except in that of Ca, Mg and Fe) at the stage of tillering. At the stage of ripening, however, the N, P and Zn-contents of the grain and the N, P, K, Fe and Mn-contents of the straw rose for the same reason. The nutrient ratios reflected the influence of fertilization similarly, first of all at the stage of tillering, when the majority of them came near to the optimum values (Table 3).

The mineral fertilization led to important changes concerning the quantity of dry matter and the concentration of nutrients, and caused a manifold uptake of nutrients at the stage of tillering. Even at the stage of ripening the increased nutrient uptake proved to be statistically significant (Table 4).

In the experiment a yield of 1 t grains + its by-products contained in the average 30–40 kg N, 3–4 kg P (= 7–10 kg P_2O_5), 15–20 kg K (= 18–24 kg K_2O), 5–6 kg Ca, 4–5 kg Mg, 0.4–0.5 kg Na, 150–200 g Fe, 50–70 g Mn and Zn, as well as 10–15 g Cu.

The mineral fertilization given in the single variants altered the specific nutrient content of N, K, Fe, Mn and Zn significantly, in the case of the other elements no changes were observed.

Table 1. Influence of P- and K-fertilization on the dry matter content of winter wheat, and on the available P- and K-contents of the soil. (Szilvásvárad, wheat variety: Kavkáz, 1976). (1) Quantity of mineral fertilizer, kg/ha. (2) At the stage of tillering, kg/ha. (3) Grain yield. (4) Straw yield, t/ha. (5) Al-soluble P_2O_5 and K_2O .

Table 2. Influence of P- and K-fertilization on the nutrient content of winter wheat (Szilvásvárad, wheat variety: Kavkáz, 1976). (1) Variants (see Table 1.). A) At the stage of tillering; B) In the grains; C) In the straw.

Table 3. Influence of P- and K-fertilization on the changes of the ratios of the more important nutrients in winter wheat. Signs: see Table 2.

Table 4. Influence of P- and K-fertilization on the amount of nutrients taken up by winter wheat. Signs: see Table 2.

Table 5. Influence of P- and K-fertilization on the total and specific (i.e. contained by 1 t grain + its by-products) nutrient content of winter wheat. (1) Variants. a) In the grain; b) In the straw. A) In the grain + straw yield. B) In 1 t grain + its by-products. C) Average distribution of the specific nutrient content, %.

Wirkung der Mineraldüngung auf die Nährstoffaufnahme von Winterweizen auf einem braunen Waldboden

B. LÁSZTITY, I. KÁDÁR und É. ELEK

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften und Institut für Pflanzenschutz und Agrochemie des Ministeriums für Landwirtschaft und Ernährungswesen, Budapest

Zusammenfassung

Der Einfluss der abweichenden P- und K-Versorgung der Böden auf die Änderungen des Nährstoffgehaltes, der Nährstoffaufnahme und der Nährstoffproportionen bei Winterweizen zur Zeit der Bestockung und der Reife wurden im Feldversuch auf einem sauren braunen Waldboden untersucht.

Die durch Mineraldüngung im Boden zustande gebrachten verschiedenen P- und K-Stufen haben in der Bestockungsphase eine Zunahme in der Konzentration aller Elemente — Ca, Mg und Fe ausgenommen —, in der Reife im Korn eine solche von N, P und Zn, im Stroh eine von N, P, K, Fe und Mn ergeben. Ähnlicherweise widerspiegeln auch die Nährstoffproportionen die Wirkung der Mineraldüngung, vor allem in der Bestockungsphase, als deren Mehrzahl sich den optimalen Werten annäherte (Tab. 3.).

Die Mineraldüngung — die in der Menge der Trockensubstanz und in den Nährstoffkonzentrationen bedeutende Veränderungen hervorgerufen hat — hat auch in den Nährstoffaufnahmen zur Zeit der Bestockung mehrfache, aber auch zur Zeit der Reife noch gesicherte Mehraufnahmen ergeben (Tab. 4.).

Im Versuch enthielt 1 t Ertrag (Korn + Nebenprodukte) durchschnittlich 30–40 kg N, 3–4 kg P (= 7–10 kg P_2O_5), 15–20 kg K (= 18–24 kg K_2O), 5–6 kg Ca, 4–5 kg Mg, 0,4–0,5 kg Na, 150–200 g Fe, 50–70 g Mn und Zn, sowie 10–15 g Cu.

Die in den einzelnen Varianten gereichte Mineraldüngung hat die spezifischen Nährstoffgehalte im Falle von N, K, Fe, Mn und Zn gesichert verändert, bei den übrigen Elementen ist hingegen keine Änderung aufgetreten.

Tab. 1. Einfluss der P- und K-Düngung auf den Trockensubstanzgehalt des Winterweizens, sowie auf den leichtlöslichen P- und K-Gehalt des Bodens. (Szilvászár, Sorte Kavkáz, 1976). (1) Angewendete Mineraldüngermenge, kg/ha. (2) Zur Zeit der Bestockung, kg/ha. (3) Kornertrag. (4) Strohertrag, t/ha. (5) $AL-P_2O_5$ und $AL-K_2O$.

Tab. 2. Einfluss der P- und K-Düngung auf den Nährstoffgehalt des Winterweizens (Szilvászár, Sorte Kavkaz, 1976). (1) Varianten (s. Tab. 1). A) Zur Zeit der Bestockung; B) in den Körnern; C) im Stroh.

Tab. 3. Einfluss der P- und K-Düngung auf die Änderungen in den wichtigeren Nährstoffproportionen von Winterweizen. Bezeichnungen s. Tab. 2.

Tab. 4. Einfluss der P- und K-Düngung auf die Menge der aufgenommenen Nährstoffe im Winterweizen. Bezeichnungen s. Tab. 2.

Tab. 5. Einfluss der P- und K-Düngung auf den gesamten und spezifischen (in 1 t Korn + dazugehörige Nebenprodukte) Nährstoffgehalt des Winterweizens. (1) Varianten. a) im Korn; b) im Stroh. A) Im Korn- + Strohertrag. B) In 1 t Korn + dazugehörigen Nebenprodukten. C) Verteilung des spezifischen Nährstoffgehaltes durchschnittlich, %.

Влияние минеральных удобрений на усвоение питательных элементов озимой пшеницей на бурой лесной почве

Б. ЛАСТИТЬ, И. КАДАР и Е. ЭЛЕК

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии Венгерской Академии Наук и Центр защиты растений и агрохимии МСХ и ПП, Будапешт

Резюме

В работе показано изменение содержания питательных элементов, их усвоения и соотношения в озимой пшенице в стадиях кущения и созревания. В полевых условиях на кислой бурой лесной почве изучали влияние различных уровней обеспеченности почвы фосфором и калием на изменение вышеуказанных свойств.

Различные уровни обеспеченности почвы РК, созданные при внесении минеральных удобрений, в стадии кушения увеличили содержание в растениях всех элементов за исключением кальция, магния и железа; в стадии спелости — содержание азота, фосфора и цинка в зерне, азота, фосфора, калия, железа и марганца в соломе. Влияние минеральных удобрений хорошо отражают и соотношения питательных элементов в растении особенно в стадии кушения, когда на удобренных вариантах содержание большинства элементов приближается к оптимальному (Табл. 3).

Минеральные удобрения — вызвавшие значительные изменения в содержании сухого вещества и в концентрации питательных элементов — способствовали значительному повышению усвоения питательных элементов растением в стадии кушения и достоверному повышению усвоения в стадии спелости (Табл. 4).

В опыте, одна тонна урожая зерна + побочные продукты в среднем содержала 30–40 кг азота, 3–4 кг фосфора (7–10 кг P_2O_5), 15–20 кг калия (18–24 кг K_2O), 5–6 кг кальция, 4–5 кг магния, 0,4–0,5 кг натрия, 150–200 г железа, 50–70 г марганца и цинка, 10–15 г меди.

Использованные в опыте минеральные удобрения достоверно изменили удельное содержание питательных элементов N, K, Fe, Mn и Zn, удельное содержание других элементов практически не изменилось.

Табл. 1. Влияние внесения РК минеральных удобрений на содержание сухого вещества в озимой пшенице и на содержание в почве легкорастворимых фосфора и калия. Силвашварад, сорт Кавказ, 1976 г. (1) Дозы внесенных в почву минеральных удобрений кг/га. (2) В стадии кушения кг/га. (3) Урожай зерна. (4) Урожай соломы т/га. (5) АЛ-растворимые P_2O_5 и K_2O .

Табл. 2. Влияние внесения РК минеральных удобрений на содержание питательных элементов в озимой пшенице. Силвашварад, сорт Кавказ, 1976 г. (1) Номер варианта (смотри в таблице 1). А) В стадии кушения. В) В зерне. С) В соломе.

Табл. 3. Влияние внесения РК минеральных удобрений на изменение соотношения основных питательных элементов в озимой пшенице. Обозначения смотри в таблице 2.

Табл. 4. Влияние внесения РК минеральных удобрений на количество питательных элементов усвоенных озимой пшеницей. Обозначения смотри в таблице 2.

Табл. 5. Влияние внесения РК минеральных удобрений на общее и удельное содержание питательных элементов усвоенных озимой пшеницей. (1 т зерно + побочные продукты.) (1) Номер варианта. а) В зерне. б) В соломе. А) В урожае зерна + солома. В) В 1 тонне зерна + побочные продукты. С) Среднее распределение удельного содержания питательных элементов, %.